

Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий

В. М. Шуганов✉, А. М. Лешкенов

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. В статье отмечено современное состояние производства органической продукции в различных странах мира, тенденции и перспективы его развития в России. Среднегодовой прирост органической продукции в мире составляет 12–15 %, такой темп сохранится до 2025 г., когда объемы ее производства достигнут порядка 212–230 млрд долларов, или 3–5 % от рынка сельскохозяйственной продукции. Россия занимает 0,2 % мирового рынка органических продуктов. Рассмотрены основные технологии для оптимизации органического производства: повышение естественного плодородия почвы, планирование посадок, использование севооборотов, защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Приводятся возможности внедрения цифровых и умных технологий на примере различных зарубежных и отечественных компаний, отмечается высокая эффективность применения дистанционного зондирования земли, использования беспилотных летательных аппаратов, автономных, мобильных робототехнических устройств, систем моделирования и прогнозирования, предиктивной аналитики, интернета вещей (IoT), онлайн-платформ, технологий искусственного интеллекта, интегрированной интеллектуальной системы «Умное поле». На основании исследований КБНЦ РАН, анализа данных отечественных и зарубежных ученых в области сельского хозяйства дано обоснование и отмечена целесообразность разработок агротехнических, цифровых и умных технологий при производстве органической растениеводческой продукции.

Ключевые слова: сельское хозяйство, растениеводство, органическая продукция, автоматизация, роботы, беспилотные летательные аппараты, цифровые технологии, агротехнологии

Поступила 24.10.2024, одобрена после рецензирования 12.11.2024, принята к публикации 09.01.2025

Для цитирования. Шуганов В. М., Лешкенов А. М. Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 31–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-31-41

Original article

Current state and prospects for increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies

V.M. Shuganov✉, A.M. Leshkenov

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Abstract. The article discusses the current state of organic production in various countries around the world, as well as trends and prospects for its development in Russia. The average annual growth of organic production in the world is 12–15%, and this rate will continue until 2025, when its production volumes will reach approximately \$212–230 billion, or 3–5% of the agricultural market. Russia occupies 0.2% of the global organic market. The article discusses the main technologies for optimizing organic production: increasing natural soil fertility, planning plantings, using crop rotations, protecting plants from weeds, diseases, and pests. The article presents the possibilities of introducing digital and smart technologies using various foreign and domestic companies as examples, and notes the high efficiency of using: remote sensing of the earth, the use of unmanned aerial vehicles, autonomous, mobile robotic devices, modeling and forecasting systems, predictive analytics, the Internet of Things (IoT), online platforms, artificial intelligence technologies, and the integrated intelligent system "Smart Field". Based on the research of the KBSC RAS, analysis of data from domestic and foreign scientists in the field of agriculture, a rationale is given and the feasibility of developing agrotechnical, digital and smart technologies in the production of organic crop products is noted.

Keywords: agriculture, crop production, organic products, automation, robots, unmanned aerial vehicles, digital technologies, agricultural technologies

Submitted 24.10.2024,

approved after reviewing 12.11.2024,

accepted for publication 09.01.2025

For citation. Shuganov V.M., Leshkenov A.M. Current state and prospects for increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 31–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-31-41

ВВЕДЕНИЕ

В России отмечается ежегодное увеличение производства сельскохозяйственной продукции: так, в 2023 г. сбор зерна составил 142,6 млн тонн, в том числе: 92,8 млн тонн пшеницы, 14,4 млн тонн кукурузы, 16,7 млн тонн подсолнечника, 6,7 млн тонн сои и т.д. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности страны базовые показатели обеспеченности должны составлять 90 %, но по итогам 2023 г. наблюдается превышение производства по всем видам продукции отрасли за исключением молока (85,7 %), овощей (88,5 %), фруктов и ягод (47,3 %). Вместе с тем дальнейшему развитию производства сельскохозяйственной продукции и увеличению экспортного потенциала страны препятствуют введенные против нашей страны санкции, ограниченный объем потребностей внутреннего рынка, нестабильные закупочные цены и др.

Учитывая достигнутые в стране результаты производства аграрной продукции, сложившуюся внешнюю ситуацию по сдерживанию дальнейшего его увеличения, а также для перехода к наращиванию более качественной и безопасной продукции отрасли правительство приняло в июле 2023 г. «Стратегию развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года» (далее – Стратегия).

Производство отечественной органической продукции в 2021 г. составило 9,1 млрд рублей, а к 2030 г. намечено довести до 114,5 млрд рублей. Площадь земель, на которых применяется технология органического земледелия, с 655,5 тыс. га будет увеличена до 4292 тыс. га к 2030 г., средний ежегодный прирост достигнет 20,7 % [1].

Для решения задач, поставленных в Стратегии по значительному увеличению производства органической продукции, сельскохозяйственным предприятиям необходимо располагать определенными финансовыми ресурсами, научным потенциалом, техническими возможностями, позволяющими соблюдать технологию, и др. Однако такими ресурсами располагают в основном только крупные агрокомпании и агрохолдинги, которые могут поддерживать биоразнообразие экосистем и соблюдать все требования к производству органической продукции.

Отечественные ученые отмечают, что применение современных цифровых технологий обеспечивает планирование и рациональное использование производственных процессов, рост производительности и качества труда [2]. По мнению экспертов, использование цифровых технологий в растениеводстве привлекательно для производителей с общей площадью от 500 гектаров. В зависимости от наличия сельскохозяйственных угодий выше обозначенного порога меняется приоритетность технологий и продолжительность их внедрения. Средняя площадь предприятий отрасли, занятых производством органической продукции, по стране превышает 3400 га [3]. Следовательно, по указанному критерию они подходят для массового применения цифровых технологий в органическом производстве.

В рейтинге цифровизации АПК Россия в 2022 г. заняла 8-е место, обогнав Китай и Индию, а лидерами являются США, Австралия, Канада, Израиль и Германия. Дальнейшее внедрение цифровых технологий в отечественном АПК обеспечит к 2030 г. прирост производительности труда на 15,6 %, объемов производства – на 3–5 % и снижение себестоимости продукции на 5–20 %, что принесет сельхозпроизводителям от 800 млрд рублей дополнительного дохода ежегодно¹.

Материал и методы исследований – изучение научной и методической литературы по проблемам производства органической растениеводческой продукции, агротехническим приемам и методам, вопросам цифровизации, автоматизации и роботизации сельского хозяйства; проведение анализа научных публикаций по указанной проблеме и статистических данных, обобщение и систематизация теоретических и практических знаний по теме исследования, выработка на их основе рекомендаций по повышению эффективности производства органической продукции.

Цель исследования – совершенствование системы производства органической растениеводческой продукции путем разработки эффективных агротехнических приемов и методов, цифровых и «умных» технологий.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И В МИРЕ

Производство органической продукции динамично развивается и привлекает внимание ученых и производителей во всем мире [4, 5, 6, 7]. Сегодня 179 стран мира производят органическую продукцию, а 89 стран имеют собственные законы в сфере ее производства и оборота [8]. Продиктовано это тем, что продукция признается органической только после прохождения процедуры сертификации в специальных аккредитованных органах по соответствующим стандартам полного цикла, соблюдение которых необходимо от поля до прилавка.

Повышение запроса на органическую продукцию во всем мире связано со стремлением населения к здоровому образу жизни и укреплению иммунитета (рис. 1). Согласно актуальному исследованию научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL) и Международной федерации органического сельскохозяйственного движения (IFOAM) «The world of organic agriculture 2022» продажи органической продукции продолжают расти и достигли рекордного уровня – 129 млрд долларов. По данным маркетинговой компании Mordor Intelligence, объем рынка органических продуктов питания и напитков в 2024 г. оценивается в 174,4 млрд долларов, а к 2029 г., как ожидается, достигнет 233,6 млрд долларов при среднегодовом темпе роста 6,0 %².

¹Цифровизация АПК России: проблемы и предлагаемые решения [Электронный ресурс]. URL: <https://yakov.partners/publications/digitalizing-russia-s-agricultural-sector-challenges-and-solutions/>.

²Обзор мирового органического рынка и рынка России на конец 2023 года [Электронный ресурс]. URL: <https://rbc-ru.turbopages.org/rbc.ru/s/economics/11/09/2024/66dedb969a794773a43ba6a0>.

*Рис. 1. Продажа органических продуктов и занимаемая площадь***Fig. 1. Sales of organic products and occupied space**

В 2022 г. в мире было зарегистрировано 96,4 млн га земель для производства органической продукции, что составляет всего 2,05 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. Однако для удовлетворения растущих потребностей рынка в будущем производители органической продукции могут столкнуться с дефицитом пригодных земель, так как производственный потенциал основных стран-производителей и потребителей уже исчерпан [8].

Сегодня в 22 странах мира органическим способом возделываются свыше 10 % всех сельскохозяйственных угодий. Больше всего площадей под органическое производство отведено в Океании – 53,2 млн га, в странах ЕС – 18,5 млн га и Латинской Америки – 9,5 млн га [9]. Для производства органической продукции в России зарегистрировано 615,5 тыс. га, или всего 0,3 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. При этом, по оценке Минсельхоза, в стране имеется более 10 млн га, которые могут быть введены в оборот, большая часть из них – земли, пригодные для органического земледелия, куда продолжительное время не вносились минеральные удобрения. С точки зрения стратегической оценки потенциала, подобная ситуация с землями, не требующими соблюдения конверсионного периода, для развития органического сегмента АПК выгодна [3], чем обязательно должны воспользоваться аграрии страны.

В России доля отечественной органической продукции в 2021 г. составила 37 % от общего объема ее потребления, остальную часть занимает импортная продукция, сертифицированная за рубежом [1]. При этом органическую продукцию потребляет менее 1 % населения, а в среднем на душу населения приходится 1,4 евро в год. В мире потребление органической продукции в среднем составляет 16 евро на человека в год, а лидируют по этому показателю Швейцария – 437 евро и Дания – 365 евро.

Возрастающий спрос населения страны по использованию в рационе питания экологически безопасных и полезных продуктов стимулирует увеличение производства органической продукции. Так, в 2022 г. в России было выдано 262 сертификата на органическую продукцию, а в 2023 г. количество сертификатов выросло на 123, достигнув 385. В мире насчитывается 4,5 млн производителей, из которых, 2,5 млн приходится на Индию.

Лидирующие позиции по производству органической продукции в России занимают: Воронежская область – 15 производителей, Московская область и Краснодарский край – по 12 производителей, Ярославская и Новосибирская области – по 8 производителей, Республика Татарстан, Калужская область и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра имеют по 7 производителей. Из общего объема сертифицированной органической продукции 53 % приходится на продукцию растениеводства, 37 % – продукты переработки, а 8 % – на продукцию животноводства.

2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЦИФРОВЫХ И УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Традиционно при производстве органической продукции в растениеводстве используют различные агротехнические технологии и вместо химических удобрений, стимуляторов и пестицидов применяют органические удобрения, биопрепараты и энтомофаги. При этом соблюдение отмеченных условий снижает урожайность и доходы сельскохозяйственных компаний. Проблема решается за счет применения эффективных агротехнических приемов и технологий. Например, осуществляют повышение плодородия почвы: путем ее рыхления не глубже 5 см, использования сидератов («зеленых удобрений») и препаратов эффективных микроорганизмов.

Соблюдение севооборота также способствует сохранению и повышению почвенного плодородия, улучшению ее структуры, а также помогает в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями [10].

В растениеводстве одним из приоритетных вопросов является накопление, сохранение и рациональное использование влаги. Так, для предупреждения испарения влаги с поверхности почвы после уборки зерновых культур проводят измельчение соломы и растительных остатков, которые равномерно распределяются, образуя мульчирующий слой.

Важнейшее внимание при производстве органической продукции уделяется вопросам защиты от сорняков, болезней, вредителей и паразитических нематод. В интегрированных системах защиты культур в качестве замены химических пестицидов используются биопестициды, отличающиеся экологической безопасностью. Для защиты посевов сельскохозяйственных культур от вредителей в России финансово благополучные производители растениеводческой продукции применяют 26 видов насекомых-энтомофагов. К основным энтомофагам относятся трихограмма, габробракон и златоглазка. Их используют для защиты посевов злаковых, подсолнечника, сои, картофеля, овощей, плодовых деревьев, винограда и др. культур. Они не только уничтожают вредителей, но еще и блокируют распространение болезней многих растений, переносчиками которых являются насекомые-паразиты.

Качество семян, их подбор и методы обработки определяют не только урожайность, но и степень устойчивости к болезням, вредителям, различным внешним стрессам.

Вместе с тем следует обратить внимание производителей органической продукции на использование современных цифровых технологий, которые представляют определенный интерес [11, 12, 13]. Их разработка для производства органической продукции благодаря созданию оптимальных условий может значительно увеличить объемы производства сельскохозяйственной продукции и снизить ее себестоимость. К числу наиболее перспективных современных цифровых решений относятся: использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга и защиты растений, аналитики данных, цифровых технологий, искусственного интеллекта, роботизированных устройств и др.

Сотрудники КБНЦ РАН в 2022–2024 гг. проводили исследования по применению различных цифровых решений при производстве зерна кукурузы по традиционной технологии. Так, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с камерами и датчиками осуществляли видео- и фотосъемку, измеряли и передавали параметры почвы, данные о состоянии

растений, наличии вредных объектов (сорняков, болезней, вредителей) и другие показатели. Информацию расшифровывали с помощью компьютерных программ, анализировали, устанавливали отклонения от регламентов, затем с помощью искусственного интеллекта или агрономов-технологов передавали рекомендации по осуществлению оптимальных решений. Съемки на посевах сельскохозяйственных культур проводили с использованием БПЛА DJI Mavic 3 Multispectral (рис. 2).

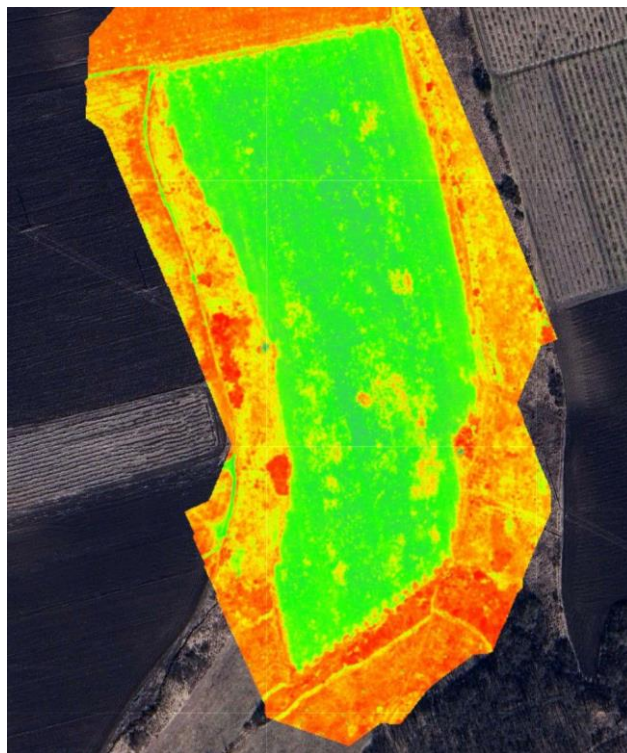


Рис. 2. Снимок посевов

Fig. 2. Photo of crops

По результатам съемок определяли индекс NDVI, позволяющий оценивать состояние растений для контроля вегетации в течение сезона, вырабатывать рекомендации для локальной подкормки и защиты от сорняков, болезней и вредителей различных сельскохозяйственных культур.

Один БПЛА может обследовать 90 га в течение 1,5 час., а агроному необходимо затратить целый день на мониторинг такой площади, то есть наблюдается значительное повышение производительности труда. Кроме того, человеческий глаз и обычные камеры не способны воспринимать те излучения, которые фиксирует мультиспектральная камера этого дрона, что позволяет получать наиболее точную и полезную информацию по ходу вегетации сельскохозяйственных культур.

Для защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей использовали агродрон DJI Agras T40 (рис. 3), средняя производительность составляла 15 га/час. При производстве органической продукции агродроны можно эффективно использовать для опрыскивания посевов биопестицидами.

За последние годы особое внимание уделяется технологиям комплексного использования цифровых технологий и искусственного интеллекта для разработки интеллектуальных интегрированных систем (ИИС) сельскохозяйственного производства. Активнее всего IT-технологии применяются при выращивании зерновых культур путем контроля и автоматизации процесса с помощью различных «умных» устройств [14].



Рис. 3. Опрыскивание посевов агродроном DJI Agras T40

Fig. 3. Spraying crops with a DJI Agras T40 agrodrome

Большой интерес вызывает разработка КБНЦ РАН ИИС «Умное поле»: на поле и БПЛА устанавливаются сенсоры для получения оперативных данных о состоянии посевов. С их помощью определяют готовность к посевным работам; отслеживают ход вегетации растений, появление сорняков, болезней и вредителей растений; планируют агротехнические мероприятия; принимают эффективные решения по управлению ресурсами предприятий. На протяжении 2022–2024 гг. при создании ИИС «Умное поле» на посевах кукурузы рядом с полевой метеостанцией подключали стационарные датчики для измерения CO_2 , солнечной радиации, содержания в почве азота, фосфора, калия, с помощью которых контролировали вегетацию растений и принимали соответствующие решения (рис. 4).



Рис. 4. Полевая метеостанция для ИИС «Умное поле»

Fig. 4. Field weather station for the IIS "Smart Field"

Одним из наиболее востребованных и базовых в АПК цифровых технологий является создание и широкое применение в растениеводстве наземных мобильных автономных роботов для отбора образцов почвы, мониторинга вредных объектов, защиты растений, уборки урожая и др. Исходя из этого в КБНЦ РАН разработаны различные робототехнические установки: агромультибот, подвесная транспортная платформа мостового земледелия, роботы по сбору овощей, почвоотборник, по удалению метелок кукурузы (при получении гибридных семян), а также многофункциональный автономный мобильный «Робот-агрозащитник» [15]. Указанные разработки по применению в аграрной сфере цифровых технологий, автоматизации и роботизации могут стать основой для значительного повышения производства органической растениеводческой продукции, получения дополнительного дохода сельхозтоваропроизводителями и увеличения рентабельности отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство сегодня находится в сложном положении, что связано с ухудшением плодородия почв, состояния окружающей среды, нестабильностью реализационных цен, кадровым дефицитом, ростом стоимости логистики и другими проблемами, поэтому выполнение задач, обозначенных в Стратегии, требует разработки новых подходов к производству органической продукции.

При выращивании органической продукции применяют высокотехнологичные подходы, включающие использование: экологически безопасных и природосберегающих технологий, севооборотов, максимально щадящих методов возделывания почвы, органических и микробиологических удобрений, агрохимикатов биологического происхождения. Но дальнейшему повышению объемов производства органической продукции препятствует низкий уровень автоматизации, роботизации и применения цифровых решений предприятиями отрасли.

Внедрение прогрессивных технологий органического производства растениеводческой продукции требует тщательного научного обоснования, включающего оценку агротехнологической, технической, экономической эффективности проводимых мероприятий в условиях конкретного региона и для каждой культуры. Сочетание такого подхода и комплексного применения новейших агротехнических, цифровых и умных технологий при производстве органической продукции будет способствовать значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур, рентабельности предприятий и восстановлению плодородия почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года // Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 июля 2023 г. № 1788-р. 2023. 91 с.
2. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Кирица А. А. Цифровые трансформации в сельском хозяйстве // Агроинженерия. 2021. № 5(105). С. 53–58. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-5-53-58
3. Занилов А. Х., Мелентьева О. С., Накаряков А. М. Организация органического сельскохозяйственного производства в России: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 124 с. ISBN 978-5-7367-1464-3
4. Stoeva S. Opening the «Black Box» of Organic Agriculture in Bulgaria: the Problem with Top-down Institutional Development // Eastern European Countryside. Sciendo. 2016. Vol. 22(1). Pp. 85–105. DOI: 10.1515/eec-2016-0005

5. Морджера Э., Каро К. Б., Дюран Г. М. Органическое сельское хозяйство и право: законодательно-правовое исследование // ФАО. Рим, 2015. 237 с. ISBN 978-92-5-407220-9
6. Полушкина Т. М. Органическое сельское хозяйство: новые возможности для устойчивого развития // Фундаментальные исследования. 2018. № 5. С. 97–102. DOI: 10.17513/fr.42150
7. Свечникова Т. М. Анализ мирового рынка производства органической продукции // Московский экономический журнал. 2019. № 8. С. 326–336. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-18082
8. Кориунов С. А., Любowedская А. А. и др. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с. ISBN 978-5-7367-1519-0
9. Обзор международного опыта государственной поддержки развития органического сельского хозяйства // Департамент агропромышленной политики. 2023. 61 с.
10. Суалабба Н., Гомес И., Тивант Л. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Будапешт, 2017. 120 с. ISBN 978-92-5-409968-8
11. Wolfert Sjaak, Ge Lan, Verdouw Cor, Bogaardt Marc-Jeroen. Big Data in Smart Farming – A review // Agricultural Systems. 2017. Vol. 153. Pp. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023
12. Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B. Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation // Journal of agricultural and environmental ethics. 2017. 32 (5–6): 741–768. DOI: 10.1007/s10806-017-9704-5
13. Воронин Б. А., Митин А. Н., Пичугин О. А. Управления процессами цифровизации сельского хозяйства России // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4(183). С. 86–95. DOI: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241
14. Нагоев З. В., Шуганов В. М., Заммиев А. У., Бжухатлов К. Ч., Иванов З. З. Разработка интеллектуальной интегрированной системы «Умное поле» // Известия ЮФУ. 2022. № 1(225). С. 81–91. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-81-91
15. Leshkenov A.M., Shuganov V.M. Resource-saving spraying method using the «Agroprotector-robot» // Springer, Singapore, Smart Innovation, Systems and Technologies. Vol. 362. 2023. Pp. 349–360. DOI: 10.1007/978-981-99-4165-0_32

REFERENCES

1. *Strategiya razvitiya proizvodstva organicheskoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda* [Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030]. Order of the Government of the Russian Federation of July 4, 2023. No. 1788-r. 2023. 91 p. (In Russian)
2. Chutcheva Yu.V., Korotkikh Yu.S., Kiritsa A.A. Digital Transformations in Agriculture. *Agroinzheneriya* [Agroengineering]. 2021. No. 5(105). Pp. 53–58. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-5-53-58. (In Russian)
3. Zamilov A.Kh., Melentyeva O.S., Nakariakov A.M. *Organizatsiya organicheskogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v Rossii: inform. izd.* [Organization of Organic Agricultural Production in Russia: information ed.]. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 124 p. ISBN 978-5-7367-1464-3. (In Russian)
4. Stoeva S. Opening the "Black Box" of Organic Agriculture in Bulgaria: the Problem with Top-down Institutional Development. *Eastern European Countryside, Sciend.* 2016. Vol. 22(1). Pp. 85–105. DOI: 10.1515/eec-2016-0005

5. Morgera E., Caro K.B., Duran G.M. *Organicheskoye sel'skoye khozyaystvo i pravo: zakonodatel'no-pravovoye issledovaniye* [Organic agriculture and the law: a legislative and legal study]. FAO. Rim, 2015. 237 p. ISBN 978-92-5-407220-9. (In Russian)
6. Polushkina T.M. Organic agriculture: new opportunities for sustainable development. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research]. 2018. No. 5. Pp. 97–102. DOI: 10.17513/fr.42150. (In Russian)
7. Svechnikova T.M. Analysis of the world market for organic production. *Moskovskiy ekonomicheskoy zhurnal* [Moscow Economic Journal]. 2019. No. 8. Pp. 326–336. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-18082. (In Russian)
8. Korshunov S.A., Lyubovetskaya A.A. et al. *Organicheskoye sel'skoye khozyaystvo: innovatsionnyye tekhnologii, opyt, perspektivy: nauch. analit. obzor* [Organic agriculture: innovative technologies, experience, prospects: innovative technologies, experience, prospects: scientific. analytical review]. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech", 2019. 92 p. ISBN 978-5-7367-1519-0. (In Russian)
9. *Obzor mezhdunarodnogo opyta gosudarstvennoy podderzhki razvitiya organicheskogo sel'skogo khozyaystva* [Review of international experience of state support for the development of organic agriculture]. Departament agropromyshlennoy politiki. 2023. 61 p. (In Russian)
10. Sialabba N., Gomes I., Tivant L. *Uchebnoye posobiye po organicheskomu sel'skomu khozyaystvu* [Textbook on organic agriculture]. *Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya Ob'yedinennykh Natsiy* [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. Budapesht, 2017. 120 p. ISBN 978-92-5-409968-8. (In Russian)
11. Wolfert Sjaak, Ge Lan, Verdouw Cor, Bogaardt Marc-Jeroen. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. Pp. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023
12. Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B. Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation. *Journal of agricultural and environmental ethics*. 2017. 32 (5–6): 741–768. DOI: 10.1007/s10806-017-9704-5
13. Voronin B.A., Mitin A.N., Pichugin O.A. Managing the digitalization processes of Russian agriculture. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2019. No. 4(183). Pp. 86–95. DOI: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241. (In Russian)
14. Nagoev Z.V., Shuganov V.M., Zammoev A.U., Bzhikhatlov K.Ch., Ivanov Z.Z. Development of the intelligent integrated system "Smart Field". *Izvestiya YUFU* [Bulletin of the Southern Federal University]. 2022. No. 1(225). Pp. 81–91. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-81-91. (In Russian)
15. Leshkenov A.M., Shuganov V.M. Resource-saving spraying method using the "Agroprotector-robot". Springer, Singapore, Smart Innovation, Systems and Technologies. Vol. 362. 2023. Pp. 349–360. DOI: 10.1007/978-981-99-4165-0_32.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Шуганов Владислав Миронович, д-р с.-х. наук, зав. научно-инновационным центром «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

Лешкенов Аслан Мухамедович, науч. сотр., зав. лабораторией «Сельскохозяйственной робототехники» научно-инновационного центра «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

aslan.leshckenov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9516-3213>

Information about authors

Vladislav M. Shuganov, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Research and Innovation Center Intellectual systems and environments for the production and consumption of food products, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

Aslan M. Leshkenov, Researcher, Head of the Laboratory of Agricultural Robotics of the Scientific and Innovation Center Intelligent Systems and Environments of Production and Consumption of Food Products, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

aslan.leshckenov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9516-3213>